

ионам кобальта, связанным с кислородом (вероятно,  $\text{Co}_3\text{O}_4$ ) [1] и другим ионам кобальта, координированным азотом [2]. Пик А (779.7 эВ) в низкоэнергетической области может быть соотнесен с двухвалентным оксидом кобальта  $\text{CoO}$ . Компонента на 783.5 эВ (пик D) вероятнее всего соответствует связям с карбоксильной группой -  $\text{Co}(\text{CO})_4$ . Две компоненты (пики E и F) с энергиями 786.2 эВ и 789.6 эВ являются спутниками вставки.

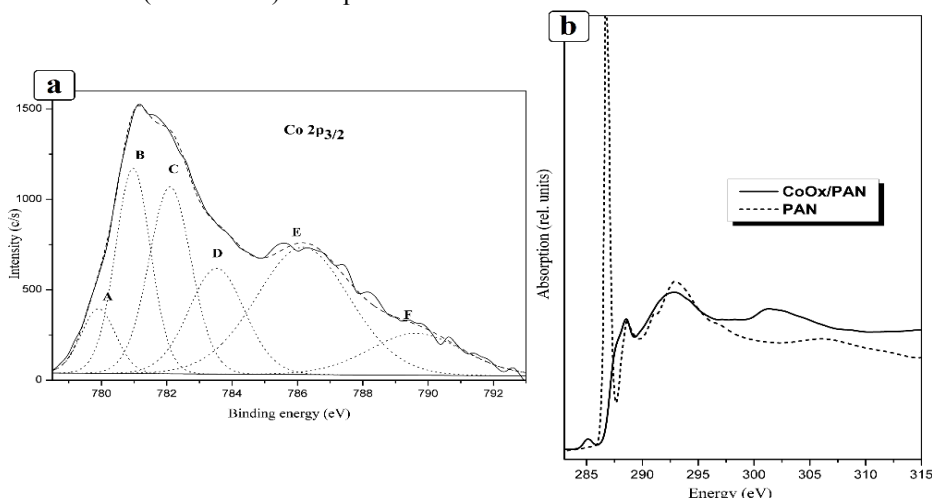


рис.1 - Разложение  $\text{Co}2p_{3/2}$  XPS спектра нанокompозита состава  $\text{CoOx}/\text{ПАН}$  (a), NEXAFS спектр за 1s краем углерода нанокompозита состава  $\text{CoOx}/\text{ПАН}$  в сравнении со спектром «чистого» ПАН (b)

Все упомянутые значения энергии связи находятся в согласии с литературными данными для подобных систем [1,2]. Спектры NEXAFS за К-краем углерода для нанокompозита  $\text{CoOx}/\text{ПАН}$  и чистого ПАН представлены на рисунке (рис.1 b). Основная спектральная особенность в спектре чистого ПАН – высокоинтенсивный край поглощения на 286.8 эВ, соответствующий  $1s \rightarrow \pi^*\text{C}\equiv\text{N}$ . Интенсивность данного пика в спектре нанокompозита  $\text{CoOx}/\text{ПАН}$  значительно ниже в связи с преобразованием тройной связи  $\text{C}\equiv\text{N}$  в двойную  $\text{C}=\text{N}$  либо ординарную  $\text{C}-\text{N}$ . Данный вывод также подтверждается отсутствием в спектре нанокompозита пика на 306 эВ, связанного с  $\text{C } 1s \rightarrow \sigma^*\text{C}\equiv\text{N}$ , а также наличием широкого пика на 301 эВ, объясняемого  $\text{C } 1s \rightarrow \sigma^*\text{C}=\text{N}$  переходами. Пики на 288.5 эВ, 292.6 эВ связаны с различными  $\text{C } 1s \rightarrow \sigma^*$  переходами. Кроме того, в спектре нанокompозита присутствует новая особенность на 285 эВ, связанная с ненасыщенностью в основной цепи полимера [3].

Работа выполнена при поддержке внутреннего гранта ЮФУ № ВнГр-07/2017-30.

Список публикаций:

- [1] Artyushkova K., Levendosky S., Atanasov P., Fulghum Ju. // *Top Catal* (2007) V.46, pp.263 – 275.
- [2] Roncaroli F., Dal Molin E. S., Viva F. A., Bruno M. M., Halac E.B. // *Electrochimica Acta*. – 2015. – V. 174. – P. 66 – 77.
- [3] Harald D. H. Støver, Adam P. Hitchcock and Tolek Tyliczszak // *Journal of Synchrotron Radiation* (2007). 14, 181–190.

## Электрические свойства твердых растворов на основе диарсенида кадмия при высоких давлениях

**Чубарешко Екатерина Сергеевна**

Тебеньков Александр Владимирович, Вершинина Екатерина Алексеевна

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

Бабушкин Алексей Николаевич, д.ф.-м.н.

[ek.chubaresenko@yandex.ru](mailto:ek.chubaresenko@yandex.ru)

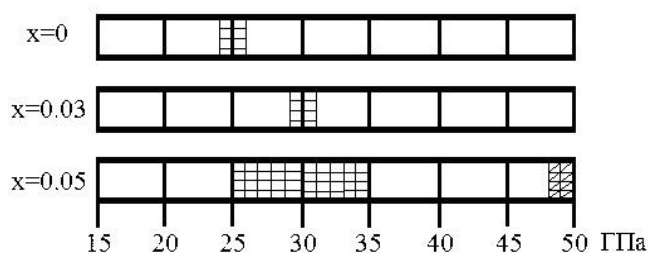
Полупроводниковые соединения группы  $\text{AB}^{\text{IV}}$ , а также твердые растворы на их основе используются для создания приборов и элементов для лазерной и оптоэлектронной техники. Изучение физических свойств указанных соединений необходимо для изготовления и улучшения электронной техники, а также позволяет расширить диапазон их практического применения.

В работах [1,2] исследовались электрические свойства  $\text{CdAs}_2$  и  $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{As}_2$  в области давлений до 10 ГПа. Авторы обнаружили, что добавление цинка в диарсенид кадмия при давлениях до 10 ГПа приводит к тому, что концентрация носителей в твердых растворах увеличивается, Zn укрепляет структуру  $\text{CdAs}_2$ , занимая вакантные места в комплексах As-As. В  $\text{CdAs}_2$  обнаружен фазовый переход при давлении 5.5 ГПа. В твердых растворах  $\text{Cd}_{0.97}\text{Zn}_{0.03}\text{As}_2$ ,  $\text{Cd}_{0.95}\text{Zn}_{0.05}\text{As}_2$  в исследуемой области давлений аномалий в барической зависимости электросопротивления не обнаружено. В области давлений выше 10 ГПа электрические свойства данных растворов не изучены. Нами были проведены исследования электрических свойств твердого раствора

$\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{As}_2$ , где  $x = 0$  ат. %; 0.03 ат. %; 0.05 ат. % при высоких давлениях от 16 ГПа до 50 ГПа. Целью наших исследований было узнать влияние концентрации цинка на смещение давлений возможных фазовых переходов в область больших давлений.

Было измерено электросопротивление твердых растворов  $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{As}_2$ , где  $x = 0$  ат. %; 0.03 ат. %; 0.05 ат. % при давлениях от 16 ГПа до 50 ГПа. Измерения проводились при увеличении, а затем уменьшении давления при комнатной температуре. Для генерации давлений использовали камеру высокого давления с наковальнями типа «закруглённый конус - плоскость» из искусственных поликристаллических алмазов "карбонадо". Эти алмазы – хорошие проводники электрического тока, что позволяет измерять барические и температурные зависимости сопротивления образца, помещенного между наковальнями, используя их в качестве контактов [3].

В ходе эксперимента получены данные о временной зависимости электросопротивления при различных фиксированных давлениях. В результате были определены характерные времена релаксации электросопротивления в изученном диапазоне давлений. По характеру изменения времени релаксации можно судить о возможных структурных изменениях образца. На *рис. 1* показаны области нестабильности кристаллической решетки, которые указывают на структурные изменения твердых растворов  $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{As}_2$ , где  $x = 0$  ат. %; 0.03 ат. %; 0.05 ат. %.



*рис. 1 Барические области изменений электрических свойств соединений  $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{As}_2$*

При первом цикле нагружения в диарсениде кадмия в области  $(30 \pm 1)$  ГПа наблюдаются структурные изменения. Дальнейшее циклирование приводит к смещению области перехода до 25 ГПа. В твердом растворе  $\text{Cd}_{0.97}\text{Zn}_{0.03}\text{As}_2$  изменения происходят в области 30 ГПа и дальнейшее циклирование не приводит к заметному смещению области структурных изменений, область фазового перехода сохраняет свое положение. При увеличении содержания цинка до 0.05 ат. % наблюдаемый фазовый переход в области 30 ГПа становится менее выраженным, а при давлениях выше 48 ГПа наблюдается новая область структурных изменений.

Легирование диарсенида кадмия цинком приводит к упрочнению решетки и увеличению области давлений структурных изменений. Из полученных нами данных для соединения с концентрацией цинка  $x = 0.05$  ат. % нельзя точно выделить границы фазового перехода в области 25 – 35 ГПа. Данное соединение демонстрирует новый фазовый переход при давлениях выше 48 ГПа. Мы предполагаем, что такая концентрация цинка приводит к более серьезным изменениям, чем просто занятие вакантных мест в комплексах As-As.

Список публикаций:

- [1] Моллаев А.Ю. и др. // *Физика и техника полупроводников*. 2009. Т. 43. вып. 6. С. 730-734.
- [2] Mollaev A. Yu. et al. // *Inorganic Materials*. 2003. Vol. 39. No. 8. P. 780–782.
- [3] Яковлев Е.Н., Степанов Г.Н., Бибеев, К.Х. и др. // *Письма в ЖЭТФ*. 1972. Т. 16. № 4. С. 240–242.

## Колебательный спектр VIII, IV, II и XI фаз льда

*Шайкомалова Елена Сергеевна*

*Кемеровский государственный университет*

*Журавлев Юрий Николаевич, д.ф.-м.н.*

*[L6930@mail.ru](mailto:L6930@mail.ru)*

Помимо того, что лед является ключевым компонентом земной коры и мантии, на ее поверхности и в атмосфере он играет решающую роль в круговороте воды и определении климата. В связи с этим лед привлекает большой научный интерес и является одной из самых активно изучаемых конденсированных сред [1]. Однако, в отличие от льда Ih, хорошо изученного и широко распространенного на нашей планете, существуют и другие фазы, исследование которых важно для астрофизики, в частности при анализе ледяных гигантов, примерами которых в нашей Солнечной системе являются Уран и Нептун. Проведение экспериментов затрудняется необходимостью работы в области низких температур и высоких давлений, с чем помогают справиться современные методы компьютерного моделирования.